



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DESDE 1911

MESTRADO

MATEMÁTICA FINANCEIRA

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

ATRATIVIDADE E CANIBALISMO NO DESENHO DA REDE DE BALCÕES
DE UM BANCO

DAVID FILIPE CAVALEIRO AMARO

SETEMBRO DE 2012



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DESDE 1911

MESTRADO

MATEMÁTICA FINANCEIRA

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

**ATRATIVIDADE E CANIBALISMO NO DESENHO DA REDE DE BALCÕES
DE UM BANCO**

DAVID FILIPE CAVALEIRO AMARO

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR ONOFRE ALVES SIMÕES

DR. MIGUEL MORAIS

SETEMBRO DE 2012

ATRATIVIDADE E CANIBALISMO NO DESENHO DA REDE DE BALCÕES DE UM BANCO

DAVID FILIPE CAVALEIRO AMARO

ORIENTADORES: PROFESSOR DOUTOR ONOFRE ALVES SIMÕES
DR. MIGUEL MORAIS

MESTRADO EM: MATEMÁTICA FINANCEIRA

RESUMO

Um dos problemas atuais dos bancos é a desadequada localização dos seus balcões, que por vezes cobrem zonas que se revelam incapazes de contribuir para a obtenção de resultados positivos. O que se pretende com este projeto é definir a política de localização dos balcões de uma dada instituição financeira, numa determinada região geográfica, de modo a tentar prevenir esse tipo de ocorrências. Como área piloto foi escolhido o concelho de Mafra, que registou um crescimento muito significativo nos últimos anos. Em consequência, a metodologia resultante do estudo será assim aplicada ao desenho de uma rede de balcões que cubra aquele concelho, sendo selecionadas as localizações mais atrativas, segundo critérios de natureza económica e financeira. Ter-se-á em conta a possibilidade de outros bancos escolherem as mesmas localizações para os seus próprios balcões, gerando situações designadas de canibalismo. A finalizar comparar-se-á a rede obtida com a situação existente.

PALAVRAS - CHAVE: Instituição Financeira, Atratividade, Canibalismo, Otimização, Influência, SIG.

ATTRACTIVENESS AND CANNIBALISM IN THE DESIGN OF A BANK BRANCH NETWORK

DAVID FILIPE CAVALEIRO AMARO

ADVISERS: PROFESSOR DOUTOR ONOFRE ALVES SIMÕES
DR. MIGUEL MORAIS

MASTER IN: FINANCIAL MATHEMATICS

ABSTRACT

One of the current bank issues is the inadequate branch location; these branches sometimes end up covering areas that reveal themselves to be incapable of returning positive results. The main objective of this project is to define a branch location policy for a certain financial institution, on a specific geographical region, in order to prevent this kind of occurrences. The area chosen is the county of Mafra, which registered a significant growth throughout the last years. Consequently, the methodology resulting from this study will be applied to the design of a branch network capable of covering the county, by selecting the most attractive locations, according to criteria of economic and financial nature. The possibility of other banks choosing the same locations for their own branches will be taken into account, leading up to cannibalism situations. Summing up, the resulting branch network will be compared with the current network.

KEYWORDS: Financial Institution, Attractiveness, Cannibalism, Optimization, Influence and GIS.

Conteúdo

1	<i>Introdução</i>	1
2	<i>Metodologia</i>	5
2.1	<i>O Problema e a sua Formalização</i>	5
2.2	<i>Atratividade</i>	8
2.3	<i>Canibalismo</i>	14
2.4	<i>Algoritmo para a resolução do problema</i>	15
3	<i>Atratividade e Sistema de Informação Geográfica</i>	17
3.1	<i>Potencial de Poupança e Pensões</i>	18
3.2	<i>Crédito às Empresas e à Habitação</i>	19
3.3	<i>Sistema de Informação Geográfica</i>	19
3.4	<i>Tratamento de Dados</i>	21

3.4.1	<i>Potencial de Poupança e Pensões</i>	22
3.4.2	<i>Crédito às Empresas e à Habitação</i>	24
4	<i>Resultados e Conclusões</i>	27
	Referências Bibliográficas	36
	Anexos	39

Lista de Tabelas

1	Estratégia I, 11 balcões, $M=2D$ e $N=25$	27
2	Estratégia I, 16 balcões, $M=D$ e $N=25$	30
3	Estratégia I, 13 balcões, $M=7D/6$ e $N=25$	31
4	Estratégia I, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$	32
5	Estratégia I, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$ com concorrência	33
6	Estratégia II, 11 balcões, $M=2D$ e $N=25$	39
7	Estratégia III, 11 balcões, $M=2D$ e $N=25$	39
8	Estratégia II, 16 balcões, $M=D$ e $N=25$	40
9	Estratégia III, 16 balcões, $M=D$ e $N=25$	40
10	Estratégia II, 13 balcões, $M=7D/6$ e $N=25$	41
11	Estratégia III, 13 balcões, $M=7D/6$ e $N=25$	41
12	Estratégia II, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$	41

13	Estratégia III, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$	42
14	Estratégia II, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$ com concorrência	42
15	Estratégia III, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$ com concorrência	42
16	Estratégia I, 11 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$ com concorrência	43

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Deloitte, especialmente ao Dr. Miguel Moraes, pela orientação que me deu ao longo de todo o estágio e tempo que disponibilizou para me esclarecer todas as minhas dúvidas.

Agradeço também ao meu orientador acadêmico, Professor Doutor Onofre Alves Simões, pela paciência e disponibilidade oferecida no desenvolvimento e escrita deste trabalho, a sua ajuda foi crítica para a realização do TFM.

Queria agradecer também aos meus colegas Filipe Correia, Rufo Severino, Francisco Cansado e Sérgio Gomes, por me ajudarem a resolver alguns dos problemas que surgiram ao longo do estágio.

Por fim, um agradecimento à minha família, especialmente aos meus pais e irmão, por me apoiarem sempre que precisei e por acreditarem em mim até ao final desta etapa da minha vida.

Nota prévia

O texto que se segue baseia-se no estágio realizado na Deloitte Consultores S.A.. O tema nele tratado é muito recente e conhece até à data muito poucos desenvolvimentos, como se deduz da escassa bibliografia existente.

As próprias noções base ao estudo desenvolvido, Influência, Atratividade e Canibalismo, têm uma essência abstrata e subjetiva, o que levanta grandes dificuldades de mensuração (como sucede, por razões de alguma forma semelhantes, com a noção de Utilidade).

Em consequência, algumas das opções que se apresentam no trabalho, e que estão talvez insuficientemente justificadas, resultaram de trocas de impressões com o orientador na Deloitte, estando assim muito mais fundamentadas na sua experiência, sensibilidade e intuição, do que em qualquer outro tipo de elementos.

Naturalmente, não é fácil reproduzir por escrito, num texto de natureza académica, razões fundamentadas na experiência, na sensibilidade e na intuição. Pelo facto, se pede antecipadamente desculpa aos leitores.

1 *Introdução*

Ao longo dos anos, os bancos em Portugal têm vindo a abrir balcões, por vezes sem um planeamento prévio adequado, o que leva mais tarde ao seu encerramento, por insuficiência de resultados.

Os novos desafios que os sucessivos Projetos Solvência, e a própria Troika, trouxeram ao setor bancário nos últimos tempos vieram acentuar de forma iniludível a necessidade de se aplicarem critérios mais rigorosos na estratégia de implantação dos balcões.

O objetivo principal do estágio associado ao presente relatório foi precisamente procurar dar um contributo na busca por respostas a tão importante desafio. O estágio foi realizado na Deloitte Consultores.

O problema em questão enuncia-se com facilidade: trata-se de decidir qual o número "ótimo" de balcões que uma dada instituição bancária deve ter, numa determinada área geográfica, e qual a melhor localização para cada um deles. A simplicidade, no entanto, termina aqui. O próprio conceito de "ótimo", ou de "melhor", é objeto de discussão. Para além disso, será sempre indispensável desenvolver um notável esforço para a recolha das informações relevantes, sobre as diferentes localizações possíveis.

Neste trabalho a unidade base começa por ser a freguesia, embora depois acabe por se dividir o espaço geográfico em quarteirões, na mesma orientação que é seguida pelos Censos decenais da população. Para os habitantes de cada unidade, faz-se o levantamento das habilitações literárias, da situação profissional e dos rendimentos e despesas.

Igualmente importante é o levantamento do número e tipo de empresas existentes, o volume de negócios e o número de trabalhadores. Finalmente, foi necessário ter também em atenção a rede de estradas e outros aspetos urbanísticos e de ordenamento do território.

Para definir critérios que apontem para o número "ótimo" de balcões e para a "melhor" localização de cada balcão, há vários fatores a considerar. Atualmente, os bancos são muito pressionados a reduzir o rácio de transformação (relação entre créditos concedidos e depósitos captados). Por isso, ter-se-á em conta esse objetivo neste trabalho. E também, evidentemente, a obtenção de lucro e a força da concorrência. Em suma, procurar-se-á selecionar as localizações de acordo com critérios de natureza económica e financeira. A metodologia utilizada no estudo assenta no conceito central de "Atratividade", ver Ferreira *et al.* (2010), e vai ser aplicada ao desenho de uma rede de balcões que cubra a área piloto escolhida, o concelho de Mafra. Escolheu-se este concelho por ser um dos que registam crescimento mais significativo nos tempos recentes.

O relatório está estruturado da seguinte forma:

No próximo capítulo, descreve-se o problema com maior detalhe e são introduzidas as definições de Influência, Atratividade e Canibalismo, esta última, outra noção fundamental, ligada à existência de balcões concorrentes, ver Holsboer, J.H.(1993). Apresenta-se ainda a metodologia concebida para determinar a Atratividade de cada localização e também o procedimento desenvolvido para desenhar a rede final de balcões.

No Capítulo 3, começa por se analisar a informação disponível e concretiza-se a noção de Atratividade, bem como as variáveis que determinam o seu valor. Serão enumeradas e explicadas algumas hipóteses que tiveram de ser estabelecidas. Será também apresentado o *Geographical Information System* (*GIS*) - ou Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Embora não muitos, existem já alguns projetos desenvolvidos nesta área do Sistema de Informação Geográfica, por exemplo, Zhao *et al.* (2004), onde se procura resolver o problema da determinação das localizações dos balcões a encerrar, atendendo a critérios estabelecidos.

Também Birkin *et al.* (1996) e Birkin *et al.* (2002) são referências úteis, por se tratar de estudos abrangentes; ambos exemplificam a importância de técnicas sofisticadas e inteligentes para a análise espacial, no que toca a problemas de localização, distribuição e de gestão de canais. De algum modo, evidenciam a relevância do SIG para o problema da distribuição física de balcões de bancos. Na realidade, o SIG acaba por se revelar como um ferramenta fundamental para a realização do trabalho.

No que diz respeito ao problema em causa, propriamente dito, há poucos trabalhos publicados em revistas científicas que tenham interesse para o estudo. Para além dos já referidos, relativamente marginais, encontraram-se apenas Daskin (1995), que fornece vários exemplos de problemas de localização similares, mas não recorre ao SIG e os exemplos são puramente teóricos, Cinar (2009) e Paynter *et al.* (2004) e Silva *et al.* (2004) completam o conjunto com contributos diversos.

O Capítulo 3 é dedicado ao tratamento preliminar dos dados, de modo a tornar

possível o seu processamento pelos programas escritos para esse fim.

No último dos quatro capítulos, são apresentados os resultados obtidos. Estes resultados são comparados com a realidade e serão adiantadas justificações para as diferenças encontradas. Termina com as conclusões e propostas de desenvolvimentos futuros.

2 *Metodologia*

2.1 *O Problema e a sua Formalização*

Sendo o propósito do trabalho determinar o número de balcões, e suas localizações, que um qualquer banco deverá abrir no Concelho de Mafra (a questão da concorrência entre bancos será tratada posteriormente), de modo a maximizar a prossecução dos seus objetivos, é imediato que o problema em mãos é essencialmente um problema de localização ótima.

Concretizando um pouco mais, e ainda sem um formalismo rigoroso, adianta-se que o problema se vai resolver procurando maximizar a Atratividade da rede de balcões. E maximizar a Atratividade da rede de balcões equivale a maximizar o potencial para a instituição bancária em causa conseguir atingir os seus múltiplos objetivos, nomeadamente, de redução do rácio de transformação, de maximização do lucro, de reforço da quota de mercado, entre muitos outros, igualmente possíveis.

Intuitivamente, pode dizer-se que a Atratividade de uma dada localização é um indicador global - e portanto abstrato, embora quantificável - de quanto um balcão implantado nessa localização poderá contribuir para o sucesso do banco, entendido também num sentido global.

É então imediato que o primeiro passo consiste necessariamente em avaliar em que medida cada uma das possíveis localizações é atrativa ou, por outras palavras, deve começar-se por calcular numericamente a Atratividade de cada localização. Devido ao

grande número de locais candidatos para a implantação, 2720, é necessário avançar por fases.

Numa primeira fase fixa-se o número de balcões que se podem colocar no concelho, seja K , usando como base os indicadores disponíveis no site "The World Bank", referentes ao número de balcões por 100.000 adultos. Toma-se assim o valor fornecido por este estudo como ponto de referência para determinar as localizações, e depois ajusta-se a partir daí. Aliás, deve acrescentar-se que a determinação do número ótimo de balcões apresenta muito menor complexidade do que a determinação das respetivas localizações, pois o conjunto das soluções admissíveis é extremamente reduzido logo à partida.

Naturalmente, poderia, de forma equivalente, seguir-se o processo inverso: determinar as localizações por ordem decrescente de atratividade e fixar depois o número de balcões.

Para o concelho de Mafra, que contava em 2001 cerca de 55 000 habitantes (INE 2002), não é razoável considerar a existência de menos de 10 balcões nem de mais de 60, no conjunto das instituições bancárias, atendendo ao referido estudo e à realidade portuguesa. Do ponto de vista de um grande banco, isto pode significar algo como um mínimo de quatro e um máximo de 15. Naturalmente, há múltiplos aspetos, relacionados com a estratégia e o planeamento globais da instituição, no seu todo, que são possivelmente os que acabam por ter maior peso na decisão.

Formalizando vem:

$$Max Z = \sum_i Arc_i x_i$$

$$s.a : \begin{cases} \sum_i x_i = K & , K \text{ fixo por outros critérios} \\ Min_{i \neq j} d_{i,j} > N \Rightarrow x_i = 0 & , i,j=1,...,2720 \\ d_{i,j} \leq M \Rightarrow x_i + x_j \leq 1 & , i=1,...,2720, (j=1,...,2720, i \neq j) \end{cases}$$

$$com x_i = \begin{cases} 1 & , \text{ se foi aberto um balcão em } i \\ 0 & , \text{ se não foi aberto m balcão em } i \end{cases}$$

1. $\sum_i Arc_i x_i$ corresponde à soma das Atratividades Reais dos cruzamentos (conceito que será explicado mais adiante no capítulo) em que foram abertos balcões;
2. $\sum_i x_i = K$ estabelece que o número de balcões tem de ser igual ao que foi decidido, K ;
3. $Min_{i \neq j} d_{i,j} > N \Rightarrow x_i = 0$ estabelece que não se abrem balcões em cruzamentos isolados, ou seja, em que o cruzamento mais próximo esteja a uma distância $d_{i,j}$ superior a N , estabelecida à priori. Note-se que daqui em diante, todas as distâncias consideradas ($d_{i,j}$, N , ...) vêm expressas em segundos;
4. $d_{i,j} \leq M \Rightarrow x_i + x_j \leq 1$ estabelece que a distância mínima entre balcões tem de exceder M , valor também estabelecido à priori.

Embora intuitivamente aceitáveis, as razões para a inclusão dos dois últimos conjuntos de restrições vão ser explicadas com maior detalhe mais adiante.

2.2 *Atratividade*

Sendo um conceito que envolve um certo grau de abstração (como sucede também com a noção de utilidade, por exemplo) entende-se talvez melhor o significado da Atratividade, olhando os fatores que determinam o seu valor, em cada possível localização.

Como se imagina, não é possível considerar todos os pontos do espaço para abrir os balcões; por isso, foi necessário tomar certos pontos representativos, denominados cruzamentos (como os cruzamentos das estradas, mas mais à frente vai ver-se que não são apenas tomados os cruzamentos das estradas). Para facilitar a visualização até se pode pensar em termos da Teoria de Grafos e considerar que os vértices são os cruzamentos e as arestas são as ruas.

Os comprimentos das ruas vão determinar a distância entre os diversos cruzamentos e as distâncias correspondem a uma das variáveis que determinam as Atratividades dos cruzamentos. É necessário clarificar que daqui não se pode concluir que apenas a área nas imediações de cada cruzamento o torna mais ou menos atrativo para a abertura de um balcão; na verdade, será uma área bastante mais alargada, determinada como se explicará a seguir, e a que se dará o nome de *buffer*. A noção de *buffer* é assim muito importante, porque a Atratividade de cada cruzamento é calculada com base nos valores das variáveis relevantes no interior do *buffer* por ele gerado .

Para estabelecer a área dos *buffers* usa-se uma distância máxima, D , para além da qual se admite que todos os fatores que podem influenciar as Atratividades dos cruzamentos geradores estão já demasiado longe para exercerem algum efeito significativo. Pela mesma ordem de razões, quanto mais próximos esses fatores estiverem do cruzamento gerador maior será o seu peso na determinação da Atratividade deste. A atribuição dos pesos passa pela divisão do *buffer* em unidades geográficas de menor superfície, os Quarteirões (ou Subsecções), conforme foram identificados para a realização dos Censos 2001 (INE 2002). Um Quarteirão é, por assim dizer, um espaço que influencia todos os cruzamentos circundantes.

Definição 2.1. Influência de um Quarteirão (ou Subsecção) sobre o cruzamento i ($i=1,\dots,2720$) é uma medida do contributo desse Quarteirão para a atratividade deste cruzamento.

Por questões metodológicas, que também são mais bem explicadas adiante, vai ter que se distinguir entre dois tipos de Atratividade, em cada cruzamento: a chamada Atratividade Ponderada, usada para localizar os balcões, e a Atratividade Real, usada para exprimir o verdadeiro valor de Atratividade captada por um balcão, nesse particular cruzamento.

Definição 2.2. Atratividade Ponderada da localização (cruzamento) i é um indicador numérico que exprime em que medida será vantajoso para a instituição financeira abrir aí um balcão. Representa-se por Ap_i , $i=1,\dots,2720$.

$$Ap_i = \sum_{j:d_{i,j} \leq D_i} V_j \left(1 - \left(\frac{d_{i,j}}{D} \right)^n \right), \quad (1)$$

Ap_i : Atratividade ponderada do cruzamento i ;

V_j : Soma das Influências dos Quarteirões que estão associados ao cruzamento j ;

$d_{i,j}$: Distância mais curta entre o cruzamento i e o cruzamento j ;

D_i : Raio do *buffer* do cruzamento i . Note-se que, como será concretizado adiante, o comprimento de D_i varia com o tipo de zona onde se situa esse cruzamento i ;

n : variável que indica se i pertence a uma zona rural, caso em que $n = 1$, ou a uma zona urbana, caso em que $n = 2$.

A Atratividade Ponderada acaba por ser uma soma ponderada das influências dos Quarteirões circundantes à localização (contidos no *buffer*), sendo os ponderadores função das distâncias, relativamente ao cruzamento gerador. É fácil ver agora que depende também de forma direta do tipo de zona onde se encontra o cruzamento, se urbana ou rural.

Diz-se que se tem uma zona urbana quando apresenta uma densidade populacional mais elevada (Quarteirões de Mafra e Ericeira); as restantes são zonas rurais. É possível verificar, pela rede de estradas, que existe acessibilidade suficiente para se ir de carro até ao balcão e estacionar com rapidez.

Nas zonas urbanas sem parque de estacionamento os clientes preferirão ir a pé até ao balcão; no caso de haver um parque de estacionamento, tem-se uma situação mista, em que os clientes situados nos quarteirões imediatos preferirão ir a pé, vindo os mais distantes de automóvel.

Note-se que o comprimento D_i do raio é igual a 300 segundos nas zonas consideradas rurais e nas zonas urbanas com estacionamento (deslocação por automóvel) e é igual a 900 segundos (a pé) nas zonas urbanas.

Definição 2.3. Atratividade Real do cruzamento i é um indicador numérico que exprime o valor da atratividade do cruzamento. Calcula-se somando todas as Influências incluídas no *buffer* por este gerado.

$$Ar_i = \sum_{j:d_{i,j} \leq D_i} V_j, \quad (2)$$

Impõe-se agora uma nota metodológica. Ao passar-se de um cruzamento para outro cruzamento na vizinhança imediata, é evidente que um mesmo Quarteirão está ligado a mais de um cruzamento e que a Influência desse Quarteirão corre o risco de ser contabilizada mais de uma vez. O que se decidiu fazer para evitar as múltiplas contagens, foi considerar que, quando se atinge um cruzamento a cujo *buffer* pertence um Quarteirão que ainda não tinha aparecido, a Influência total desse Quarteirão é atribuída ao cruzamento em avaliação.

De certa forma, isto significa que as pessoas que estão nesse Quarteirão aceitam percorrer alguma distância à volta do próprio Quarteirão, para chegar ao balcão. Se surgir um outro cruzamento afetado pelo mesmo Quarteirão já não se considera a sua Influência. Uma das razões para usar este método é que não se sabe a distribuição das pessoas pelo Quarteirão, apenas se sabe quantas lá estão, o que torna impossível determinar que distância cada pessoa percorre para chegar a qualquer dos cruzamentos que esse Quarteirão influencia.

Simbolicamente, estando em avaliação a Atratividade de um cruzamento j que é influenciado por um Quarteirão k , ainda não considerado, toda a Influência de k é atribuída ao cruzamento j em avaliação; qualquer cruzamento avaliado posteriormente,

que poderia estar sujeito a k , recebe deste uma Influência nula. Neste pressuposto, V_j será calculada da seguinte maneira, onde Q é o conjunto dos Quarteirões já contados:

Percorrem-se todos os quarteirões Q_k com ligação ao cruzamento j e faz-se

$$V_j = \sum_k 1_{Q_k \notin Q} I_j(Q_k),$$

$$1_{Q_k \notin Q} = \begin{cases} 1 & , \text{ se } Q_k \notin Q \\ 0 & , \text{ se } Q_k \in Q \end{cases}$$

($I_j(Q_k)$ é a Influência do Quarteirão Q_k contabilizável para a Atratividade do cruzamento j).

Depois de determinada V_j , atualiza-se Q com inclusão dos quarteirões cuja Influência entrou no cálculo e passa-se ao cruzamento seguinte. Repete-se o processo até determinar V_j para todos os cruzamento que fazem parte do *buffer* gerado pelo cruzamento i em avaliação.

Para ajudar a visualizar o processo de cálculo da Atratividade segue-se uma ilustração (Figura 1), onde se encontram representados os elementos envolvidos na resolução do problema de que se falou até agora: distâncias, cruzamentos e Quarteirões.

Vai-se mostrar agora como se calcularia, por exemplo, a Atratividade A_{10} ($j = 10$), cruzamento numa zona rural. Começa-se com $A_{10} = 0$; como o Quarteirão Q_8 é o único a afetar o cruzamento 10 fica-se com $V_{10} = A_{10} = I_{10}(Q_8)$. Há agora dois caminhos possíveis e vai escolher-se o mais curto, para o que se sabe ser $d_{5,10}$ a menor distância.

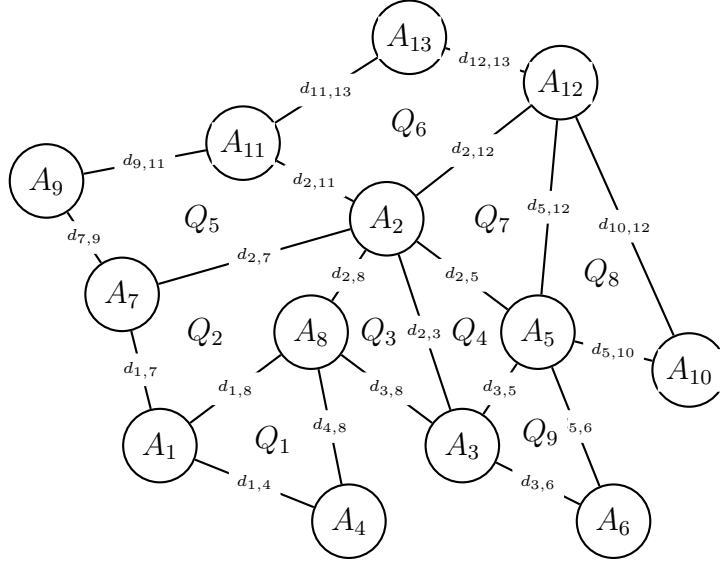


Figura 1: Grafo com as Atratividades nos cruzamentos, as distâncias nas arestas e com os Quarteirões identificados.

O cruzamento 5 é influenciado por quatro Quarteirões (Q_4 , Q_7 , Q_8 e Q_9); então,

$$A_{10} = I_{10}(Q_8) + (1_{Q_4 \notin Q} I_5(Q_4) + (1_{Q_7 \notin Q} I_5(Q_7) + \\ + (1_{Q_8 \notin Q} I_5(Q_8) + (1_{Q_9 \notin Q} I_5(Q_9))(1 - \frac{d_{5,10}}{D_i}),$$

Note-se que, como o Quarteirão Q_8 já foi usado no cruzamento anterior, vem $1_{Q_8 \notin Q} = 0$. Este processo iria repetir-se para o cruzamento a seguir mais próximo do cruzamento 10, e assim sucessivamente, até se atingirem os limites do *buffer* (enquanto a distância não ultrapassar D_i). Como se pode verificar, a Influência dos quarteirões sobre a atratividade do cruzamento gerador diminui com a distância.

2.3 Canibalismo

Admita-se que se determinou o valor de atratividade para cada um dos cruzamentos. Antes de se iniciar o processo de implantação dos balcões, é necessário atender a um tipo de restrição incontornável nesta situação: a distância mínima a que os balcões podem estar uns dos outros, porque obviamente não se quer abrir um balcão ao lado de outro do mesmo banco, originando assim uma situação de canibalismo, ver Holsboer, J.H.(1993). Pode já adiantar-se que, na resolução do problema, se impôs que a distância mínima, seja M , deve ser superior a D_i , para pelo menos evitar que um mesmo *buffer* tenha mais de um balcão do banco. O Canibalismo é um fator que divide a Influência de um Quarteirão pelos vários balcões que dela beneficiam. A maneira como vai afetar a Atratividade ponderada é a seguinte:

$$Apc_i = \sum_{j:d_{i,j} \leq D_i} Vc_j \left(1 - \left(\frac{d_{i,j}}{D} \right)^n \right). \quad (3)$$

Para a Atratividade real:

$$Arc_i = \sum_{j:d_{i,j} \leq D_i} Vc_j, \quad (4)$$

onde

$$Vc_j = \sum_k 1_{Q_k \notin Q} I_j(Q_k) C_{i,Q_k}, \quad (5)$$

e

$$C_{i,Q_k} = \frac{D_i - dc_{Q_k,i}}{\left(\sum_{l \in B} 1_{dc_{Q_k,i} + dc_{Q_k,l} \leq 2D_i} \right) D_i - \left(\sum_{l \in B} d_{Q_k,l} 1_{d_{Q_k,i} + dc_{Q_k,l} \leq D_i + D_l} \right)}, \forall_{dc_{Q_k,l} \leq D_i + D_l} : \quad (6)$$

1. $C_{i,Q_k}, 0 \leq C_{i,Q_k} \leq 1$, é o efeito que o Canibalismo tem sobre o valor da Influência

da subsecção Q_k para a Atratividade do cruzamento i ;

2. $dc_{Q_k,i}$ é a distância do cruzamento i até ao cruzamento mais próximo afetado pelo Quarteirão Q_k ;
3. $d_{Q_k,l}$ é a distância do balcão no cruzamento l até ao cruzamento mais próximo afetado pelo Quarteirão Q_k ;
4. B é o conjunto dos balcões já abertos no concelho, sejam eles do mesmo banco ou da concorrência;

5.

$$1_{d_{Q_k,i}+d_{Q_k,l} \leq D_i+D_l} = \begin{cases} 1 & , \text{ se } d_{Q_k,i} + d_{Q_k,l} \leq D_i + D_l \\ 0 & , \text{ se } d_{Q_k,i} + d_{Q_k,l} > D_i + D_l \end{cases}$$

2.4 Algoritmo para a resolução do problema

Tome-se a formalização do problema (cf. Secção 2.1).

A grande dimensão e a complexidade adicional introduzida pelo Canibalismo obrigam a adotar o procedimento iterativo (*greedy*) que se descreve a seguir.

1. Começar por construir a rede de estradas através de um grafo; de seguida, para cada cruzamento, determinar o seu *buffer*; finalmente, construir a matriz quadrada de ordem 2720 das distâncias entre todos os pares de cruzamentos. Na realidade, só se incluem as distâncias de cada cruzamento aos cruzamentos incluídos no respetivo *buffer* (são as distâncias de cada cruzamento aos cruzamentos que estão

a uma distância $\leq D_i$); as outras distâncias são iguais a um valor arbitrariamente grande.

2. Calcular a *Atratividade* para todos os cruzamentos, seja Ap_i , $i = 1; \dots; 2720$;
3. Abrir o primeiro balcão no cruzamento com o valor máximo de Ap_i ;
4. Escolher o valor máximo *Atratividade de i* associado a um cruzamento que esteja a uma distância não inferior a M de qualquer dos balcões já abertos e cujos cruzamentos na vizinhança imediata estejam a uma distância não superior a 25 segundos de viagem de automóvel, e abrir nesse local um outro balcão;
5. Repetir o Passo 4, até localizar os K balcões que foi decidido abrir;
6. Determinar a Atratividade real de cada um dos balcões e da rede de balcões A_{B_1} ;

$$A_{B_1} = \sum_{i \in B_1} (Ar_i), \quad (7)$$

onde B_1 é o conjunto dos cruzamentos em que se encontram os balcões do banco, ou seja, a Atratividade da rede de balcões acaba por ser a soma das Atratividades dos balcões.

3 Atratividade e Sistema de Informação Geográfica

É fácil deduzir que a grande tarefa do estágio foi a determinação das Atratividades dos 2720 cruzamentos candidatos à abertura dos balcões em causa. Antes disso, contudo, e tendo em atenção a abordagem recomendada pela instituição que propôs o projeto, colocou-se a questão do tratamento geográfico da situação, por assim dizer, pois a análise faz-se realmente num espaço físico muito complexo, que é necessário representar de forma adequada. Não se trata de Quarteirões, estradas, cruzamentos, etc., no abstrato, mas sim de entidades concretas, espalhadas pela área que corresponde ao concelho de Mafra.

Para que possam cumprir a sua missão e atingir os seus objetivos, os bancos têm uma dupla frente de atuação: por um lado, procurar captar o máximo de depósitos; por outro, procurar conceder o máximo de crédito.

Neste estudo, depois de uma reflexão cuidadosa, foi decidido escolher duas variáveis para explicar o volume de depósitos (a poupança dos trabalhadores e as pensões dos não ativos) e outras duas para explicar o volume dos empréstimos (o crédito às empresas instaladas no concelho e o crédito aos particulares para a compra de habitação).

Como se sabe, e já foi apontado, a atual crise financeira conduziu ao estabelecimento de uma meta para os oito maiores bancos portugueses, que os obriga a reduzir o rácio de transformação entre créditos e depósitos para 120%, até 2014 - em Setembro de 2011, este rácio era igual a 139%, esta informação está presente no Relatório de Estabilidade

Financeira (Banco de Portugal 2011). Também a necessidade de atender a esta imposição implica um aumento no volume de depósitos (e/ou uma redução nos empréstimos, o que é contudo contrário à missão das instituições bancárias). Em consequência, é evidente que a Atratividade de uma determinada localização será sobretudo determinada pelo potencial de captação de depósitos, que se torna na situação presente o critério dominante.

3.1 *Potencial de Poupança e Pensões*

Como ponto prévio, assume-se que se inclui no cálculo do Potencial de Poupança somente a poupança dos trabalhadores (a dos inativos, é tratada em separado, atendendo às novas tipologias familiares) e que estes preferem ter o balcão junto do seu trabalho.

A determinação da poupança faz-se basicamente pelo cálculo da diferença entre os rendimentos e as despesas. Há já longos anos que o INE procura recolher dados sobre estas variáveis, com inquéritos que se realizam de cinco em cinco anos. Analisando o último disponível, o IDEF de 2005/2006 (INE 2008), vai procurar então determinar-se a taxa média de poupança no concelho.

Quanto às pensões, são consideradas as pensões por velhice e por invalidez. Adicionalmente, neste trabalho não foi possível considerar as pensões de sobrevivência, dada a falta de informação sobre os seus beneficiários. No entanto, sendo o peso dos pensionistas na sociedade portuguesa tão significativo, e tendo a grande maioria uma conta bancária, não faria sentido ignorá-los neste contexto. Os dados relevantes às afirmações anteriores foram retirados do Anuário Estatístico da Região de Lisboa 2010.

3.2 *Crédito às Empresas e à Habitação*

Um dos grandes fatores que determinam o volume de crédito é o crédito concedido às empresas. As dimensões das empresas e os seus setores de atividade vão certamente influenciar a localização dos balcões, porque em princípio quarteirões com mais empresas de maior dimensão vão ter uma maior procura por crédito.

Relativamente aos particulares, o Inquérito às Despesas mostra que a maior rubrica da despesa está ligada à habitação, da qual uma parte substancial se destina ao reembolso de empréstimos e ao pagamento de juros. Para se ter uma ideia, o montante dos empréstimos para habitação em Dezembro de 2011 era 122 928 milhões de euros (Banco de Portugal 2012).

3.3 *Sistema de Informação Geográfica*

Essencialmente, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) captura, armazena, analisa, gere e apresenta a informação geográfica associada a uma determinada localização. Será com o SIG que se irá introduzir a informação que se recolheu para ser possível determinar a atratividade e as coordenadas geográficas dos cruzamentos.

Vai usar-se o *MapWindow* como software de SIG, que é *Open Source* e está continuamente em desenvolvimento, sendo suficiente para os objetivos estipulados.

O *MapWindow* permitiu construir vários níveis (*layers*), entre eles estão as subsec-

ções definidas pelo Instituto Nacional de Estatística (INE 2011c), que neste trabalho são os Quarteirões, as estradas do País (Cloudmade 2012) e os balcões dos bancos. Com a sobreposição dos diferentes níveis é possível ver a relação que existe entre a localização dos balcões atualmente e os outros dados que estão presentes (densidade das estradas, empresas, parques de estacionamento (Cloudmade 2012 e MapCruzin 2012), densidade da população residente, entre outros).

Há mais *softwares* de SIG. A título de esclarecimento, pode referir-se que foram experimentados três outros: o *GRASS*, o *GeoServer* e o *Quantum GIS*.

O *GRASS* foi usado muito brevemente, por não ter um interface “*user-friendly*”, mesmo com alguns ficheiros de exemplo que havia no site se percebeu isso, provando a necessidade de procurar um outro software mais fácil de usar.

De seguida, experimentou-se o *GeoServer*, que cria um servidor no computador que permite importar os ficheiros necessários para o projeto e aí os armazena. Com este programa é possível editar e partilhar informação geoespacial com outros utilizadores. Verificou-se que o programa era mais fácil de usar que o anterior, mas parecia ser um tanto limitado nas tarefas que poderia executar.

Por fim, passou-se para o *MapWindow* que é o programa principal deste projeto e o *Quantum GIS*, só visto mais tarde como solução alternativa ao *MapWindow*. Tanto o *MapWindow* como o *Quantum GIS* são fáceis de usar e permitem realizar todas as funções necessárias.

No próximo capítulo, mostra-se a utilidade do *MapWindow* para o trabalho, para além de ser possível visualizar a localização dos dados disponíveis.

3.4 *Tratamento de Dados*

O principal desafio do projeto foi de natureza estatística e computacional. Estatística, no sentido da recolha da informação necessária ao cálculo das atratividades; computacional, no sentido do processamento dessa informação em ordem à obtenção de uma solução para o problema.

Começou-se por criar um Mapa das Subsecções do INE de Mafra (estas Subsecções vão ser os Quarteirões referidos no Capítulo 2), ver INE 2011c, adicionou-se depois a *layer* das estradas, a *layer* dos parques de estacionamento e a *layer* das empresas.

Para se conseguir aplicar o algoritmo desenvolvido, tornou-se necessário criar uma *layer* de raiz, com os cruzamentos. Para construir esta *layer* teve de se considerar que os cruzamentos seriam apenas em locais ao longo das estradas já definidas e que se adicionava um cruzamento sempre que se entrasse num novo Quarteirão. Para além desta regra, impôs-se uma outra, para facilitar a leitura da informação de alguns cruzamentos, que consistiu em colocar um cruzamento em bifurcações de estradas longas (a colocação destes cruzamentos é algo subjetiva e não devem ser colocados muitos deste tipo).

Outra nota importante é que as *layers* das estradas e dos Quarteirões estão feitas de forma que estes estão delimitados por aquelas. Existem, obviamente, casos em que há estradas que atravessam Quarteirões, mas na grande maioria trata-se de vias rápidas ou autoestradas, ou ainda de estradas a atravessar subsecções ditas Residuais.¹

¹Subsecções Residuais do INE são, em geral, Subsecções de grandes dimensões cuja população se encontra dispersa pela subsecção ou é nula/quase nula, i.e., não há zonas na subsecção com vários edifícios e pessoas a viverem juntas.

Ao introduzir na nova *layer* os cruzamentos foi possível ver que havia estradas em falta na *layer* das estradas, então usando as ferramentas do *MapWindow* foram adicionadas mais estradas à *layer*. Para isso usou-se mapas online (Google Maps e Bing Maps) e os próprios limites das Quarteirões como referências para as desenhar.

De seguida, tomou-se a tabela com os dados dos cruzamentos e procedeu-se à introdução de quais eram os cruzamentos na vizinhança imediata e quais eram os Quarteirões que afetavam cada cruzamento. Converteu-se então o ficheiro da *layer* dos cruzamentos para um ficheiro *Excel* e com a ajuda de um programa em VBA (*Visual Basic for Applications*, foi a linguagem de programação mais usada) foi possível consultar mapas online e obter os tempos de viagem (a pé e de automóvel) entre um cruzamento e os que estão na sua vizinhança imediata.

Usou-se então um outro programa em VBA, para trabalhar a matriz das distâncias (tempos de viagem) entre cruzamentos. Para os tempos de automóvel determinou-se todos os tempos de viagem a todos os cruzamentos dentro de 300 segundos do cruzamento inicial. Para os tempos a pé fez-se o mesmo para 900 segundos.

Completo todo o trabalho preparatório, pôde então passar-se ao cálculo dos valores das Atratividades.

3.4.1 *Potencial de Poupança e Pensões*

Começando pela primeira das quatro variáveis referidas atrás, determinou-se os rendimentos médios dos trabalhadores por empresa. Teve-se de ter em conta três fatores para

o rendimento: as habilitações literárias, o setor de atividade da empresa e a dimensão desta. O rendimento médio dos trabalhadores para cada um desses fatores encontrava-se disponível no Anuário Estatístico da Região de Lisboa 2010 (INE 2011a). Os Censos de 2001 davam informação ao nível das subsecções sobre as habilitações literárias da população de Mafra e o setor de atividade em que as pessoas trabalhavam (INE 2002).

Agora que se sabe o rendimento médio de um trabalhador é possível determinar a Poupança. Usando os dados do IDEF (INE 2008), relativos às despesas, procurou-se relacionar linearmente os valores das despesas e rendimentos per capita. Obteve-se a seguinte equação, referente a Portugal (em euros, por ano):

$$Despesas = 442,34 + 0,76246Rendimentos, \quad (8)$$

como $Poupança = Rendimentos - Despesas$, obtém-se

$$Poupança = 0,23754Rendimentos - 442,34. \quad (9)$$

Assim se obtém uma *proxy* para determinar a poupança média anual dos trabalhadores.

Para as pensões recorreu-se ao Anuário Estatístico da Região de Lisboa 2010 (INE 2011a) e à informação demográfica proveniente dos Censos de 2001. Com os dados dos Censos foi possível saber o número de pessoas com mais de 65 anos e o número de pensionistas residentes em cada Quarteirão, atribuindo assim o valor da pensão por velhice aos idosos. Nos casos em que havia mais pensionistas que idosos no Quarteirão, assumiu-se que os excendentários beneficiariam de pensões por invalidez.

3.4.2 *Crédito às Empresas e à Habitação*

Começou-se primeiro por tratar dados fornecidos pela *Deloitte* sobre as empresas de Mafra. O primeiro passo foi remover todas as empresas que não indicavam nem o número de trabalhadores nem o volume de vendas anual. De seguida, verificou-se que não eram conhecidas as coordenadas de todas as empresas, para resolver o problema o melhor possível criou-se um programa em VBA que entrava no site *Portugalio* e tentava obter as coordenadas GPS em cada desses casos. Obviamente, algumas empresas continuaram sem coordenadas, por isso decidiu-se removê-las, pois seriam inúteis.

Para ver qual o crédito concedido às empresas usou-se as tabelas sobre o endividamento do setor não financeiro do Boletim Estatístico (Banco de Portugal 2012). Todos os dados usados reportavam a Dezembro de 2009, e ficou a saber-se quanto é que as empresas deviam à banca, de acordo com o seu setor de atividade e dimensão. Uma vez que a informação sobre as dívidas é o valor agregado relativo a todas as empresas de Portugal, foi necessário descobrir quantas empresas havia para cada setor de atividade, e para cada dimensão, informação que se encontra no documento Empresas em Portugal 2009 (INE 2011b). Outro aspeto a ter em atenção é que os valores da dívida são acumulados, não estão anualizados.

Por fim, para o crédito à habitação, recorreu-se à informação sobre as dívidas dos particulares (empréstimos para a habitação) disponível no Boletim Estatístico do Banco de Portugal, que inclui, para além das famílias, empresários em nome individual e empresas sem fins lucrativos ao serviço das famílias (Banco de Portugal 2012). Com a ajuda dos Censos (INE 2002) conseguiu descobrir-se quantas famílias existiam em Por-

tugal e, logo, pôde-se determinar o crédito médio por família. Uma vez que se conhece o número de famílias por Quarteirão, foi imediato o cálculo do valor do crédito à habitação para cada um deles. Claro que os valores obtidos são uma *proxy* dos valores reais.

Neste ponto só faltava atribuir a cada empresa um Quarteirão de Mafra. Para isso desenvolveu-se um *script* simples em C# no *MapWindow* que fez a atribuição usando as coordenadas GPS.

Obtidos os dados relativos às Influências, calcula-se a soma dos valores (dependendo da Estratégia) e assim se encontra a Influência para cada Quarteirão.

Antes de avançar para a fase seguinte, a obtenção de resultados, foi necessário ter em conta alguns pontos importantes na elaboração dos programas.

1. Considerou-se que todas as Subsecções residuais segundo o INE tinham influência nula.
2. Considerou-se que o cruzamento em que for colocado o balcão não pode ter cruzamentos na vizinhança imediata a uma distância superior a 25 segundos de viagem (ver a formalização). Com efeito, cruzamentos a uma distância superior a 25 segundos de viagem estariam localizados na saída de uma área densamente povoada ou numa estrada sem população na zona em redor.
3. Considerou-se três estratégias para a resolução do problema. A Estratégia I será considerar apenas as Poupanças e Pensões, ou seja, estratégia para colocar os balcões de forma a ser mais fácil cumprir os objetivos estabelecidos pela Troika;

a Estratégia II usa as Poupanças, Pensões e Crédito às Empresas; a Estratégia III é igual à II adicionando o crédito à habitação à Atratividade. Esta diferença entre as duas últimas estratégias deve-se ao facto de os valores para o crédito à habitação não serem muito granularizados e decidiu-se observar como é que ambas as estratégias se comportariam.

Terminado todo o trabalho preliminar e construídos os programas, pôde aplicar-se o algoritmo descrito atrás, observar os resultados e comparar a rede de balcões obtida com a atual rede.

4 *Resultados e Conclusões*

Com o procedimento definido e os dados tratados é possível testar a metodologia até aqui descrita e desenhar a rede de balcões em Mafra.

Decidiu-se estudar a metodologia em três situações diferentes (para além das estratégias já existentes). Uma primeira situação em que o Concelho de Mafra se encontra desprovido de balcões e o objetivo é desenhar a rede ótima, de acordo com cada estratégia, ignorando Canibalismo. Por outras palavras, os balcões vão ser abertos a uma distância superior ou igual a $2D$. A segunda situação é idêntica, com a possibilidade de haver Canibalismo entre os balcões. Por fim, na terceira situação, tem-se em conta a rede atual de balcões em Mafra pelo que ao desenhar a rede de balcões para um hipotético novo banco no concelho, tem de se ter em conta, o Canibalismo entre balcões do novo banco e o Canibalismo dos balcões da concorrência.

Antes de se analisar os resultados, é necessário explicar que valores são apresentados nos resultados. A título de exemplo considera-se a seguinte tabela:

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2246	Malveira	3,188334	0,268548	
1549	Mafra	1,921235	0,43037	0,161822
585	Ericeira	1,466595	0,553899	0,123529
2594	Milharado	0,875681	0,696113	0,073757
1221	V.F. do Rosário	0,81275	0,622356	0,068457
1030	Sobral da Abelheira	0,489321	0,848304	0,041215
28	Encarnação	0,473434	0,735989	0,039877
2363	Santo Estêvão	0,433974	0,772542	0,036553
1921	Cheleiros	0,410162	0,807089	0,034547
335	S. Isidoro	0,325594	0,875728	0,027424
974	Carvoeira	0,12244	0,886041	0,010313

Tabela 1: Estratégia I, 11 balcões, $M=2D$ e $N=25$

A figura seguinte mostra Mafra com a rede de balcões anterior desenhada no *Map Win-*

dow. Os balcões estão representados a vermelho.

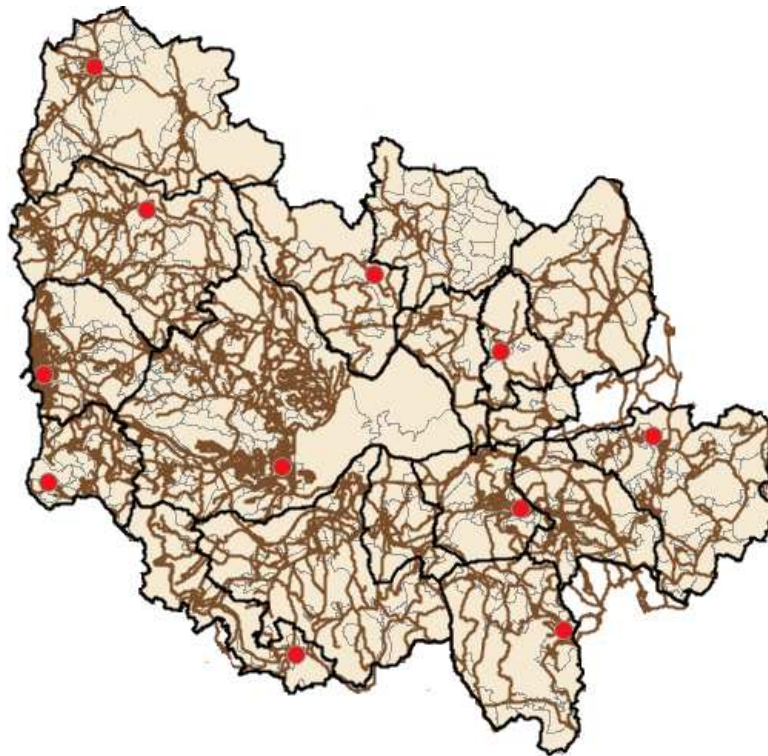


Figura 2: MapWindow: Estratégia I, 11 balcões, sem canibalismo.

A primeira coluna da tabela representa o número que identifica o cruzamento em que foi aberto o balcão e a seguir tem-se a freguesia a que esse cruzamento pertence. A terceira coluna compara a Atratividade real do cruzamento, considerando o Canibalismo entre os balcões, com a Atratividade real média do Concelho, tendo em conta a estratégia usada. Na penúltima coluna é possível observar a percentagem cumulativa da atratividade real captada pelos balcões da rede. Por fim, na última coluna consegue-se analisar o contributo de cada balcão para a captação da Atratividade real. Esta coluna ajuda a determinar que balcões da rede são necessários, pois a partir de certa altura a introdução de balcões novos terá um impacto muito pouco significativo na captação da

Atratividade.

Como foi dito anteriormente, consideramos primeiro uma situação em que não existe concorrência e Canibalismo. Ao observar a tabela anterior para a estratégia I, o primeiro ponto a ser identificado é o facto de ser apenas possível desenhar uma rede de 11 balcões. Com esta rede consegue-se captar 88,6% da Atratividade real do Concelho, sendo 55,4% captada pelos três primeiros balcões da tabela. Por outro lado, o contributo dos últimos balcões da tabela para a captação da Atratividade é pouco significativa, atingindo valores inferiores a 3%.

Em anexo, encontram-se as tabelas associadas às estratégias II e III (Tabelas 6 e 7). Ao comparar essas tabelas com a da estratégia I verifica-se que existem poucas diferenças. A primeira é que o primeiro balcão da estratégia I está numa freguesia diferente, mas em termos de localização geográfica a Malveira e a Venda do Pinheiro estão próximas. Na estratégia II, os três primeiros balcões captam 65,3% da Atratividade do concelho, enquanto a rede inteira chega aos 86%, ou seja, os últimos balcões apresentam valores muito baixos nos incrementos. A terceira estratégia apresenta valores bastante semelhantes aos da estratégia I, captando (a rede) 85,4% da Atratividade do Concelho.

Independetemente da estratégia usada, pode-se verificar que os primeiros balcões das tabelas variam muito pouco em termos de localização, sendo os três primeiros balcões localizados na Malveira/Venda do Pinheiro, Mafra e Ericeira. Com o *MapWindow* foi possível comparar as localizações da rede atual com as redes definidas em cada uma das estratégias, e verificar que existem vários balcões das estratégias que estão a ser abertos em locais próximos dos balcões da rede atual, como é o caso dos balcões na Ericeira, Mafra, Venda do Pinheiro e Encarnação.

É agora necessário comparar estes valores com a situação em que não existe concorrência, mas subsiste a possibilidade de Canibalismo entre balcões do mesmo banco. Para um primeiro caso escolheu-se desenhar uma rede de 16 balcões, que podem apenas ser abertos a uma distância maior ou igual a D , ou seja, não se abre balcões no *buffer* de outros balcões do mesmo banco.

ID _ Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2246	Malveira	2,649993	0,223204	
1549	Mafra	1,757416	0,371229	0,148024
585	Ericeira	1,375005	0,487043	0,115814
28	Encarnação	0,755821	0,550704	0,063662
2563	Milharado	0,704518	0,610045	0,05934
1066	Azueira	0,542207	0,655714	0,045669
2536	Venda do Pinheiro	0,434628	0,692322	0,036608
1980	Igreja Nova	0,430479	0,72858	0,036259
205	Santo Isidoro	0,420424	0,763992	0,035412
2611	Milharado	0,36146	0,794437	0,030445
1283	Mafra	0,3594	0,824709	0,030272
980	Sobral da Abelheira	0,350427	0,854225	0,029516
2102	S. Miguel de Alcainça	0,31752	0,880969	0,026744
1221	V.F. do Rosário	0,311652	0,907219	0,02625
2302	Santo Estêvão	0,215978	0,92541	0,018191
1775	Mafra	0,19607	0,941925	0,016515

Tabela 2: Estratégia I, 16 balcões, M=D e N=25

Ao analisar a Tabela 2 e as Tabelas 8 e 9 em Anexo é possível observar que o melhor balcão está sempre localizado na Malveira ou na Venda do Pinheiro, ou seja, este balcão não varia muito com a Estratégia, tal como no caso anterior. É possível observar ainda que alguns dos balcões mantêm localizações da situação anterior.

Há alguns casos interessantes de balcões em termos de Atratividade que estão a meio das tabelas referidas anteriormente embora não haja outros próximos desses locais (como é o exemplo da Vila Franca do Rosário, ou no Milharado, entre outros) o que pode levar a pensar que essas áreas são zonas atrativas ainda por explorar. Outro facto convincente é que os balcões que se podem dizer "mal" localizados (por estarem isolados de alguma maneira, ou serem abertos à saída de uma área populada) estão

sempre nos últimos lugares da tabela de Atratividades.

O que se pode verificar na coluna do incremento é que os últimos balcões fazem pouca diferença, o que leva a crer que 16 balcões é capaz de ser demasiado para o concelho inteiro. Decidiu-se por isso que se iria criar uma rede para 13 balcões em vez de 16, com as mesmas estratégias, e comparar os resultados obtidos. Para a obtenção dos resultados apresentados na tabela seguinte foi usado um valor diferente para a distância mínima entre balcões, de modo a observar-se as possíveis alterações nas localizações dos balcões, em comparação com o caso anterior. Tomou-se $M = \frac{7}{6}D$.

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2246	Malveira	2,805055	0,236265	
1549	Mafra	1,896753	0,396025	0,15976
585	Ericeira	1,440215	0,517332	0,121307
2563	Milharado	0,765605	0,581818	0,064486
1221	V.F. do Rosário	0,753167	0,645256	0,063438
2628	Milharado	0,551639	0,691719	0,046464
1962	Igreja Nova	0,480784	0,732215	0,040496
28	Encarnação	0,444727	0,769674	0,037459
205	Santo Isidoro	0,428253	0,805745	0,036071
2302	Santo Estêvão	0,402022	0,839607	0,033862
2102	S. Miguel de Alcainça	0,372758	0,871004	0,031397
1066	Azueira	0,357401	0,901107	0,030103
980	Sobral da Abelheira	0,20866	0,918682	0,017575

Tabela 3: Estratégia I, 13 balcões, $M = 7D/6$ e $N = 25$

Analisando a Tabela 3 e as Tabelas 10 e 11 em Anexo, é imediato que a Atratividade captada pelas novas redes para cada Estratégia não é muito inferior à Atratividade captada pelas redes com 16 balcões (existe apenas uma maior discrepância no caso da Estratégia III). As atratividades captadas pelos balcões aumentaram, visto haver menos canibalismo entre eles e as localizações para cada uma das Estratégias variaram pouco.

Os melhores balcões continuam a estar localizados nas mesmas áreas e os balcões "mal" localizados continuam a estar nos últimos lugares da tabela.

Para o caso seguinte, decidiu-se manter o mesmo número de balcões, mas modificando de novo a distância mínima entre eles. Com o objetivo de observar as diferenças principais a nível de localização dos piores balcões e da Atratividade real captada. Agora considerou-se $M = \frac{4D}{3}$.

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Atr Explicativa	Incremento
2246	Malveira	5,532741	0,239149	
1549	Mafra	3,696074	0,398909	0,15976
585	Ericeira	2,806448	0,520216	0,121307
1221	V.F. do Rosário	1,498587	0,584991	0,064775
2570	Milharado	1,389544	0,645054	0,060062
2628	Milharado	1,057976	0,690784	0,04573
1962	Igreja Nova	0,936871	0,731279	0,040496
28	Encarnação	0,86661	0,768738	0,037459
205	Santo Isidoro	0,834508	0,804809	0,036071
2302	Santo Estêvão	0,783562	0,838678	0,033869
1066	Azueira	0,728353	0,870161	0,031483
2102	S. Miguel de Alcainça	0,726367	0,901557	0,031397
1005	Sobral da Abelheira	0,541617	0,924968	0,023411

Tabela 4: Estratégia I, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$

O que se observa nas Tabelas 4, 12 e 13 em Anexo é que a Atratividade captada pela rede, em comparação com as tabelas anteriores, aumentou para cada uma das estratégias (ficando entre 89% e 92%). Isto deve-se essencialmente ao facto de os balcões não estarem a ser abertos tão próximos uns dos outros, o que leva a menos Canibalismo. Observa-se também que há poucas alterações a nível da localização dos balcões, sendo estas mais evidentes para os piores.

Mantendo os mesmos parâmetros do caso anterior, estudou-se tipo de alterações que ocorreriam na rede caso se considerasse a concorrência. Determinou-se a Atratividade ponderada para cada cruzamento introduzindo o Canibalismo causado pelos balcões da rede atual em Mafra(33 balcões, visto não se ter a coordenadas GPS corretas de todos os 45 balcões). Ou seja, para este novo caso está a ser considerado que existe um novo banco que pretende abrir uma rede de 13 balcões em Mafra e pretende saber quais é

que seriam as localizações ótimas.

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Atr Explicativa	Incremento
1221	V.F. do Rosário	0,752405	0,063374	
2566	Milharado	0,563399	0,110828	0,047454
1298	Mafra	0,460184	0,149588	0,038761
1962	Igreja Nova	0,429336	0,185751	0,036162
205	Santo Isidoro	0,406019	0,219949	0,034198
2207	Malveira	0,287859	0,244195	0,024246
2625	Milharado	0,285204	0,268217	0,024022
1005	Sobral da Abelheira	0,276435	0,291501	0,023284
94	Encarnação	0,269979	0,314241	0,02274
2345	Santo Estêvão	0,16841	0,328425	0,014185
1549	Mafra	0,15002	0,341061	0,012636
2095	S. Miguel de Alcainça	0,147986	0,353526	0,012465
610	Ericeira	0,121229	0,363737	0,010211

Tabela 5: Estratégia I, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$ com concorrência

Analisando as Tabelas 5, 14 e 15 verifica-se que se consegue captar entre 35% e 39% da Atratividade total do concelho com uma rede de 13 balcões. Porém, mais uma vez, vários balcões contribuem muito pouco para a Atratividade captada, sendo assim aconselhável não os abrir. Conclui-se que para uma situação em que existe concorrência (o nosso banco *vs* 33 balcões) o número ideal de balcões a abrir para um novo banco no Concelho seria, em princípio, inferior a 13.

Outro facto relevante é que os melhores balcões para cada uma das Estratégias com concorrência são os balcões que se encontravam a meio das Tabelas quando não se considerava concorrência, pois estão muito isolados dos balcões da concorrência, ou com poucos balcões nas suas imediações. Os melhores balcões sem concorrência (Malveira/Venda do Pinheiro, Mafra e Ericeira) estão nas piores posições das tabelas com concorrência, pois são locais realmente atrativos e já há vários balcões nessas áreas.

Por fim, realizou-se mais um teste para uma rede de 11 balcões com concorrência (Tabela 16 em Anexo). Nota-se, que os balcões se conservam, com excepção apenas dos

balcões em Santo Estêvão e São Miguel de Alcainça, que não abrem. O que leva a crer que os balcões não devem mudar muito com o Canibalismo interno, por assim dizer, visto já existir muito Canibalismo proveniente da concorrência. Neste caso exemplo, é preferível simplesmente remover os dois piores balcões quando se tinha considerado a situação com 13 balcões em vez de aplicar de novo o método para obter uma nova rede.

Após analisar todos os resultados obtidos é possível concluir que os balcões obtidos sem concorrência se encontram, em grande parte, próximos das localizações dos balcões da rede atual, revelando de certa forma que o resultados estão de acordo com a realidade. Alguns dos balcões cuja abertura agora se propõe estão localizados em áreas desprovidas de balcões o que leva a crer que existem realmente zonas em Mafra por explorar. Essas zonas acabam por se revelar muito importantes para a abertura de balcões de uma nova instituição financeira, sendo consideradas para cada estratégia as áreas de maior Atratividade.

Este trabalho pode agora tomar vários caminhos, por exemplo, a atualização com os resultados dos Censos de 2011. Podem também considerar-se Estratégias diferentes, ou mesmo expandir o conceito de Influência e adicionar outros dados que possam ser relevantes para a localização dos balcões, como a proximidade de centros comerciais e farmácias, que são frequentados por muitas pessoas.

Mas o mais significativo talvez seja a circunstância de ser um trabalho, de certa forma, pioneiro em Portugal. O próprio conceito de Atratividade, no sentido aqui utilizado é muito recente, ver Ferreira, A.F. *et al.*(2010). A grande complexidade, a todos os níveis (recolha de dados, processamento destes, programação), talvez explique a ausência de estudos anteriores.

Também muito gratificante é a generalidade desta abordagem, que se pode adaptar a inumeráveis situações concretas (balcões de seguradoras, cadeia de lojas, rede de escolas,...) com relativa facilidade, a partir do modelo aqui criado. Muitas das Influências (a base de tudo) mantêm-se, basta completar com as que forem específicas em cada caso.

Referências Bibliográficas

- [1] Banco de Portugal (2012). *Boletim Estatístico - Abril 2012*.
Disponível em: <http://www.bportugal.pt> [Acesso em: 2012/4/23].
- [2] Banco de Portugal (2011). *Relatório de Estabilidade Financeira - Novembro de 2011*.
Disponível em: <http://www.bportugal.pt> [Acesso em: 2012/4/27].
- [3] Birkin M., Clarke G., & Clarke M. (2002), *Retail Geography and Intelligent Network Planning*, Chinchester: Wiley.
- [4] Birkin M., Clarke G., Clarke M., & Wilson AG. (1996) *Intelligent GIS: Location decisions and strategic planning*, 1ªEd. Cambridge: Geoinformation International.
- [5] Cloudmade (2011).
Disponível em :http://downloads.cloudmade.com/europe/southern_europe/portugal/lisboa#downloads_breadcrumbs [Acesso em: 2012/3/22].
- [6] Daskin, M. S. (1995), *Network and Discrete Location: Models, Algorithms and Applications*, New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [7] MapCruzin (2012). Portugal ArcGIS Shapefile Map Layers.
Disponível em: <http://www.mapcruzin.com/free-portugal-arcgis-maps-shapefiles.htm> [Acesso em: 2012/4/2].
- [8] Ferreira, Fernando A. F., Spahr, Ronald W., Santos, Sérgio P., & Rodrigues, Paulo M. M. (2010), *A Multiple Criteria Framework to evaluate Bank Branch Potential Attractiveness*, Banco de Portugal.

- [9] Holsboer, J.H. (1993). Specialization and Diversification in Financial Services: Some Recent, Practical Experiences in the Netherlands, *The Geneva Papers on Risk and Insurance*, **18** (No.69, October 1993), 388-398;
- [10] Instituto Nacional de Estatística (2011). *Anuário Estatístico da Região de Lisboa 2010*.
Disponível em: <http://www.ine.pt/> [Acesso em: 2012/3/8].
- [11] Instituto Nacional de Estatística (2002). *Censos 2001*.
Disponível em: <http://www.ine.pt/> [Acesso em: 2012/3/19].
- [12] Instituto Nacional de Estatística (2011). *Empresas em Portugal 2009*.
Disponível em: <http://www.ine.pt/> [Acesso em: 2012/5/12].
- [13] Instituto Nacional de Estatística (2008). *Inquérito às Despesas das Famílias 2005-2006*.
Disponível em: <http://www.ine.pt/> [Acesso em: 2012/4/11].
- [14] Instituto Nacional de Estatística (2011). Statistics Portugal, <http://mapas.ine.pt/>;
- [15] MapWindow Open Source GIS, <http://www.mapwindow.org/>;
- [16] Cinar, N. and Ahiska, S.S. (January 9-10, 2010). A Decision Support Model for Bank Branch Location Selection. Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, (pp. 1-9). Dhaka, Bangladesh;
- [17] Silva, M.C.A. Portela; Thanassoulis, E. e Simpson, G. (2004), Negative Data in DEA: A Directional Distance Approach Applied to Bank Branches, *The Journal of the Operational Research Society*, **55**, No. 10., pp. 1111-1121.

- [18] Gao S., Paynter J., Sundaram D. "Flexible Support for Spatial Decision-Making," *hicss*, vol. 3, pp.30064a, Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04);
- [19] Portugalio - Directório de Empresas, Código Postal e Ruas de Portugal (2012). <http://www.portugalio.com/>.
- [20] The World Bank, <http://data.worldbank.org/indicator/FB.CBK.BRCH.P5>.
- [21] Zhao, L., Garner, Barry, & Parolin, Bruno (2004). Branch bank closures in Sydney: a geographical perspective and analysis. *Proc. 12th Int. Conf. on Geoinformatics*.

Anexos

ID _ Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2394	Venda do Pinheiro	4,357673	0,372808	
1550	Mafra	1,846371	0,530768	0,157961
513	Ericeira	1,432829	0,65335	0,122581
1221	Vila Franca do Rosário	0,676023	0,711185	0,057835
28	Encarnação	0,511938	0,754982	0,043797
2675	Milharado	0,40183	0,78936	0,034377
1921	Cheleiros	0,311685	0,851436	0,026665
2109	Igreja Nova	0,207334	0,807098	0,017738
1005	Sobral da Abelheira	0,206581	0,824771	0,017673
2341	Santo Estêvão	0,145965	0,872612	0,012488
961	Carvoeira	0,101557	0,860125	0,008688

Tabela 6: Estratégia II, 11 balcões, M=2D e N=25

ID _ Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2271	Venda do Pinheiro	2,828686	0,239555	
1550	Mafra	1,912893	0,401553	0,161998
569	Ericeira	1,651811	0,541441	0,139888
2598	Milharado	1,158794	0,697814	0,098135
1221	Vila Franca do Rosário	0,687676	0,599678	0,058238
28	Encarnação	0,548776	0,744288	0,046474
1921	Cheleiros	0,408777	0,778907	0,034618
335	Santo Isidoro	0,320493	0,806048	0,027142
1007	Sobral da Abelheira	0,255363	0,827674	0,021626
970	Carvoeira	0,167561	0,841865	0,01419
2341	Santo Estêvão	0,149594	0,854534	0,012669

Tabela 7: Estratégia III, 11 balcões, M=2D e N=25

ID _ Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2394	Venda do Pinheiro	2,437092	0,208498	
1550	Mafra	1,66759	0,351164	0,142666
513	Ericeira	1,344271	0,466169	0,115005
26	Encarnação	0,947718	0,547248	0,081079
2161	Malveira	0,884258	0,622898	0,07565
2580	Milharado	0,635707	0,677284	0,054386
2304	Santo Estêvão	0,582026	0,727078	0,049794
1980	Igreja Nova	0,412737	0,762388	0,03531
2659	Milharado	0,355554	0,792807	0,030418
1775	Mafra	0,353849	0,823079	0,030273
1293	Mafra	0,347935	0,852846	0,029767
1221	V.F. do Rosário	0,334423	0,881456	0,028611
1066	Azueira	0,245758	0,902481	0,021025
2133	Milharado	0,163023	0,916428	0,013947
139	Encarnação	0,158343	0,929975	0,013547
207	Santo Isidoro	0,148431	0,942673	0,012699

Tabela 8: Estratégia II, 16 balcões, M=D e N=25

ID _ Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2271	Venda do Pinheiro	4,915282	0,204499	
1550	Mafra	3,580501	0,353466	0,148966
569	Ericeira	3,124364	0,483454	0,129989
2625	Milharado	1,670425	0,617996	0,069498
2570	Milharado	1,563367	0,548498	0,065044
1221	V.F. do Rosário	1,347943	0,674077	0,056081
1293	Mafra	1,120756	0,720705	0,046629
28	Encarnação	1,049548	0,764372	0,043666
1980	Igreja Nova	0,887112	0,80128	0,036908
2102	S. Miguel de Alcainça	0,904222	0,8389	0,03762
2304	Santo Estêvão	0,890177	0,875936	0,037036
1357	Mafra	0,606456	0,901168	0,025232
198	Santo Isidoro	0,656405	0,928478	0,02731
1066	Azueira	0,603923	0,953604	0,025126
335	Santo Isidoro	0,413109	0,971474	0,017187
1775	Mafra	0,450295	0,990208	0,018734

Tabela 9: Estratégia III, 16 balcões, M=D e N=25

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2391	Venda do Pinheiro	3,27383	0,280083	
1550	Mafra	1,778596	0,432245	0,152162
513	Ericeira	1,383409	0,550599	0,118353
2580	Milharado	1,191895	0,652568	0,101969
1221	V.F. do Rosário	0,662377	0,709235	0,056668
28	Encarnação	0,468738	0,749337	0,040101
2675	Milharado	0,369054	0,78091	0,031573
205	Santo Isidoro	0,34434	0,810369	0,029459
1962	Igreja Nova	0,340375	0,839489	0,02912
2102	S. Miguel de Alcaíça	0,326204	0,867396	0,027907
2345	Santo Estêvão	0,295333	0,892662	0,025266
1775	Mafra	0,167119	0,90696	0,014297
1066	Azueira	0,159054	0,920567	0,013607

Tabela 10: Estratégia II, 13 balcões, $M=7D/6$ e $N=25$

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2271	Venda do Pinheiro	2,541485	0,215232	
1550	Mafra	1,817165	0,369124	0,153891
569	Ericeira	1,590517	0,503821	0,134697
2625	Milharado	0,903078	0,5803	0,076479
1221	V.F. do Rosário	0,672857	0,637283	0,056983
28	Encarnação	0,509999	0,680473	0,043191
1962	S. Miguel de Alcaíça	0,481582	0,721257	0,040784
2102	Santo Isidoro	0,45508	0,759797	0,03854
205	Santo Estêvão	0,425604	0,79584	0,036043
2304	Azueira	0,377992	0,827851	0,032011
1357	Igreja Nova	0,309195	0,854036	0,026185
1066	Mafra	0,296692	0,879162	0,025126
1775	Mafra	0,195311	0,895702	0,01654

Tabela 11: Estratégia III, 13 balcões, $M=7D/6$ e $N=25$

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2391	Venda do Pinheiro	3,280998	0,280696	
1550	Mafra	1,837141	0,437867	0,157171
513	Ericeira	1,378644	0,555813	0,117946
2580	Milharado	1,191895	0,657782	0,101969
1221	V.F. do Rosário	0,662377	0,71445	0,056668
28	Encarnação	0,468738	0,754551	0,040101
2102	S. Miguel de Alcaíça	0,458918	0,793812	0,039261
2675	Milharado	0,369054	0,825386	0,031573
205	Santo Isidoro	0,34434	0,854845	0,029459
1962	Igreja Nova	0,340375	0,883964	0,02912
1005	Sobral da Abelheira	0,201356	0,901191	0,017226
1066	Azueira	0,157719	0,914684	0,013493
963	Carvoeira	0,100573	0,923288	0,008604

Tabela 12: Estratégia II, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2271	Venda do Pinheiro	2,566263	0,217331	
1550	Mafra	1,88975	0,377369	0,160038
569	Ericeira	1,589917	0,512015	0,134646
2625	Milharado	0,903343	0,588517	0,076502
1221	V.F. do Rosário	0,672857	0,6455	0,056983
2102	S. Miguel de Alcainça	0,525952	0,690041	0,044542
28	Encarnação	0,499237	0,732321	0,042279
1962	Igreja Nova	0,481582	0,773105	0,040784
1357	Mafra	0,297936	0,798336	0,025232
198	Santo Isidoro	0,297631	0,823542	0,025206
1066	Azueira	0,296692	0,848668	0,025126
2363	Santo Estêvão	0,289961	0,873224	0,024556
335	Santo Isidoro	0,219736	0,891833	0,018609

Tabela 13: Estratégia III, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
2566	Milharado	0,945153	0,08086	
1221	V.F. do Rosário	0,648952	0,136379	0,055519
1735	Mafra	0,344344	0,165838	0,029459
205	Santo Isidoro	0,321661	0,193357	0,027519
1962	Igreja Nova	0,318628	0,220616	0,027259
2345	Santo Estêvão	0,308561	0,247014	0,026398
2675	Milharado	0,236595	0,267255	0,020241
2207	Malveira	0,235914	0,287438	0,020183
1005	Sobral da Abelheira	0,201002	0,304634	0,017196
44	Encarnação	0,177134	0,319789	0,015154
2549	Venda do Pinheiro	0,159175	0,333406	0,013618
1550	Mafra	0,141586	0,345519	0,012113
610	Ericeira	0,119014	0,355701	0,010182

Tabela 14: Estratégia II, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$ com concorrência

ID_Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
1221	V.F. do Rosário	0,646936	0,054787	
2566	Milharado	0,623368	0,107579	0,052792
1298	Mafra	0,462019	0,146706	0,039127
1962	Igreja Nova	0,444542	0,184353	0,037647
2625	Milharado	0,43753	0,221407	0,037053
205	Santo Isidoro	0,402694	0,25551	0,034103
1357	Mafra	0,297713	0,280723	0,025213
94	Encarnação	0,292308	0,305477	0,024755
2345	Santo Estêvão	0,273463	0,328636	0,023159
692	Ericeira	0,252708	0,350038	0,021401
2207	Malveira	0,210866	0,367895	0,017858
1549	Mafra	0,148683	0,380487	0,012592
1066	Azueira	0,148364	0,393052	0,012565

Tabela 15: Estratégia III, 13 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$ com concorrência

ID _ Balcão	Freguesia	Comp Média	% Cumulativa	Incremento
1221	V.F. do Rosário	0,752405	0,063374	
2566	Milharado	0,563399	0,110828	0,047454
1298	Mafra	0,460184	0,149588	0,038761
1962	Igreja Nova	0,437671	0,186453	0,036864
205	Santo Isidoro	0,406019	0,220651	0,034198
2207	Malveira	0,288402	0,244943	0,024292
2625	Milharado	0,285204	0,268965	0,024022
1005	Sobral da Abelheira	0,276435	0,292248	0,023284
94	Encarnação	0,269979	0,314988	0,02274
1549	Mafra	0,150093	0,32763	0,012642
610	Ericeira	0,121229	0,337841	0,010211

Tabela 16: Estratégia I, 11 balcões, $M=4D/3$ e $N=25$ com concorrência